

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian tugas akhir ini dilaksanakan di gedung Pusat Survei Geologi yang beralamatkan Jalan Diponegoro Nomor 57, Bandung. Waktu pelaksanaan Tugas Akhir adalah 1 April 2017 sampai dengan 30 Juli 2017. Daerah penelitian terletak di sekitar Formasi Waripi, lapangna Tamhar, Cekungan Bintuni, Papua.

#### **3.2 Peralatan Penelitian**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perangkat keras dan perangkat lunak, sebagai berikut:

##### **3.2.1 Perangkat Keras**

Perangkat keras yang dipakai dalam penelitian ini berupa Laptop *Acer Aspire 4752 Prosessor intel core-i5 with intel HD Graphics, 2.50 GHz*.

##### **3.2.2 Perangkat lunak**

Perangkat Lunak yang dipakai dalam penelitian ini antara lain:

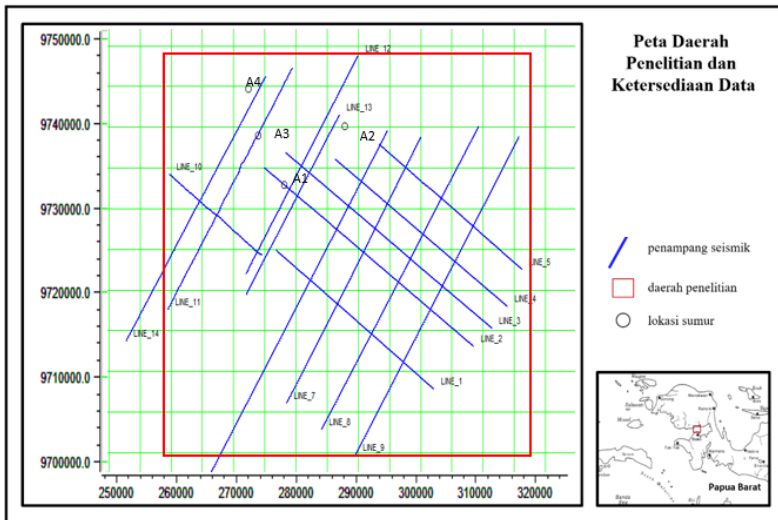
1. *Humpson Russel 8.4*, digunakan untuk *well seismic tie* dan inversi seismik.
2. *Petrel 2010.2.2*, digunakan untuk rekontruksi model geologi, dan peta struktur.

#### **3.3 Ketersediaan Data**

Penelitian ini menggunakan dua buah data sekunder yang diperoleh dari Pusat Survei Geologi. Kedua data tersebut ialah ;

##### **3.3.1 Data Seismik**

Data seismik yang digunakan merupakan data eksplorasi seismik refleksi 2D *Post Stack Time Migration* (PSTM). Lintasan yang digunakan pada daerah studi berjumlah 14 buah yang terdiri dari 8 horizontal (*inline*) dan 6 vertikal (*crossline*) dengan *sampling rate* yang digunakan adalah 4 ms, polaritas SEG normal, dan fasa nol. Daerah penelitian dapat dilihat melalui Gambar 3.1



Gambar 3. 1 Peta lokasi daerah penelitian dan ketersediaan data

Data seismik ini selanjutnya digunakan sebagai input dalam proses inversi dan atribut seismik.

### 3.3.2 Data Sumur

Data sumur yang digunakan berjumlah 4 sumur yaitu A-1, A-2, A-3, dan A-4 dengan informasi yang tersedia seperti terlihat pada Tabel 3.1.

Table 3.1 Tabel kelengkapan data *Well Log*

Well	Log							
	GR	SP	DT	CALI	NPHI	RHOB	DRHO	CKS
A1	V	V	V	V	V	V	V	V
A2	V	V	V	V	X	X	X	V
A3	V	V	V	V	V	V	V	V
A4	V	X	V	V	X	X	X	V

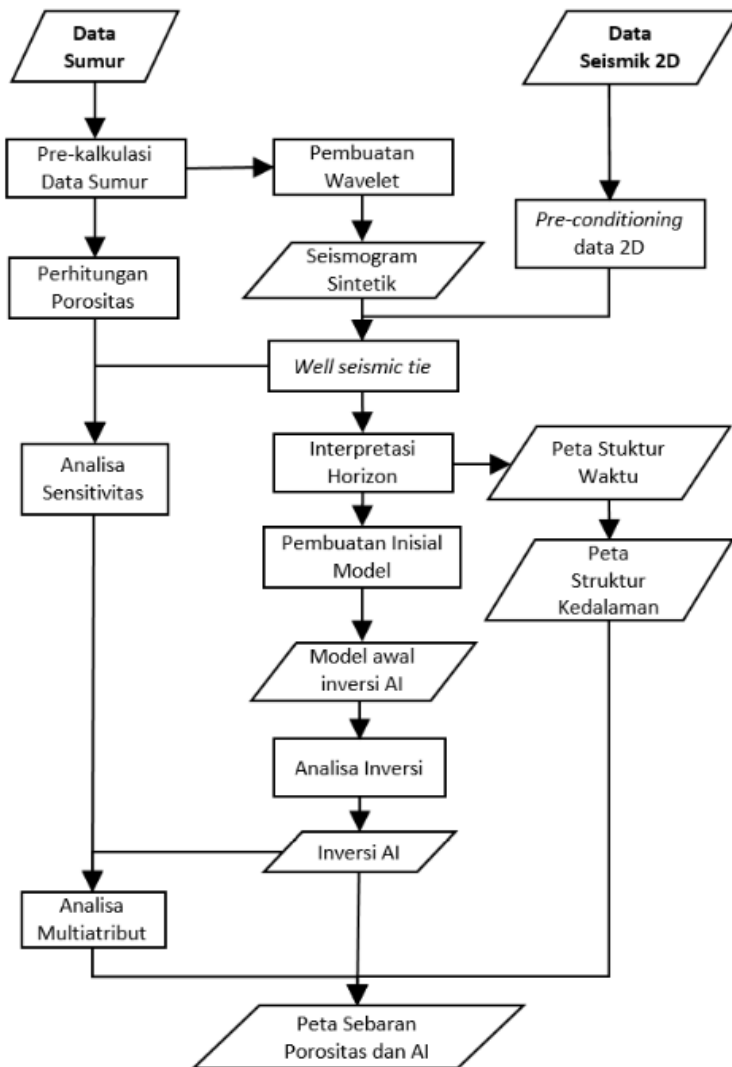
Data sumur pada penelitian ini terdiri atas data *wireline log*, data marker, dan data *checkshot*. Data *wireline log* merupakan data pengukuran properti batuan disekitar lubang sumur pembooran. Data wireline log yang digunakan pada penelitian ini adalah log *gamma ray* yang digunakan dalam interpretasi litologi, kemudian log neutron porositas untuk mengetahui porositas batuan, dan terakhir adalah data *sonic* dan *density* yang digunakan

untuk membuat model akustik impedansi dari sumur yang digunakan.

Data *marker* memberikan informasi mengenai batas dari suatu formasi dengan formasi lainnya, sehingga formasi target pada area penelitian dapat dibedakan. Data terakhir adalah data *checkshot*. Data *checkshot* merupakan data sumur yang digunakan untuk melakukan korelasi kedalaman sumur dengan interval waktu pada data seismik (*well seismic tie*). Peran data sumur dalam metode inversi seismik dan atribut seismik adalah sebagai data kontrol dan data validasi.

### **3.4 Pengolahan Data**

#### **3.4.1 Diagram Alir Pengolahan**



Gambar 3. 2 Diagram alir penelitian

### 3.4.2 Studi Literatur

Tahapan awal yang dilakukan ialah studi literatur. Dalam penelitian ini, studi literatur dilakukan untuk mengetahui kondisi daerah penelitian, sifat-sifat fisika batuan, karakteristik dan respon gelombang, serta informasi mengenai metode karakteristik

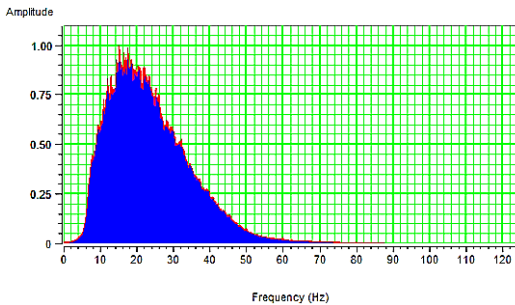
reservoir. Sumber literatur yang digunakan pada penulisan laporan ini bersumber dari buku, paper atau jurnal, informasi dari internet, dan berbagai sumber referensi lainnya. Metode yang digunakan penulis ialah meninjau, mencuplik dan menyimpulkan segala sesuatu yang telah ditulis pada penelitian sebelumnya, kemudian ditulis kembali dengan gaya penulisan sendiri.

### 3.4.3 Seleksi Data Sumur

Tahapan seleksi sumur dilakukan dengan metode seleksi kelengkapan data dan analisis sensitivitas. Tahap seleksi kelengkapan data yang diperhatikan mengenai ketersediaan dari log *gamma ray*, log neutron porositas, log densitas, dan log *p-wave*. Dari tahap kelengkapan data empat sumur yang diperoleh dapat digunakan. Kemudian diseleksi kembali melalui tahapan analisis sensitivitas. Tahapan ini bertujuan melihat kualitas dari keempat log tersebut. Tidak semua sumur memiliki kondisi data log yang baik karena berbagai faktor seperti perbedaan kualitas alat pengukur, kondisi lubang bor, tahun pengeboran, dan berbagai faktor lain. Dari analisis sensitivitas ini, keempat sumur direduksi menjadi dua sumur akhir yang dapat dilakukan untuk analisis inversi yaitu A-3 dan A-2.

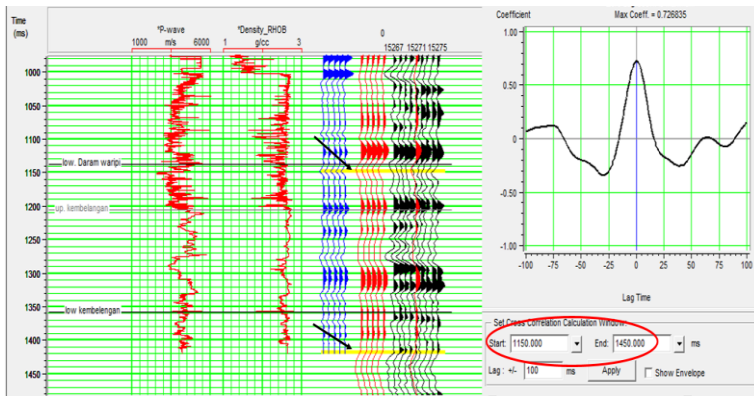
### 3.4.4 Well Seismic Tie

Proses *well seismic tie* adalah proses pengikatan data sumur dalam satuan kedalaman dengan data seismik satuan waktu. Proses ini dilakukan untuk memberikan penanda pada penampang seismik yang akan diinterpretasi berdasarkan data *marker*. Tahap pertama pada proses *well seismic tie* adalah estimasi *wavelet* atau biasa dikenal dengan nama ekstraksi *wavelet*. Ekstraksi *wavelet* dalam penelitian ini digunakan secara statistik yang diestimasi dari jejak-jejak seismik disekitar sumur-sumur, dan ditentukan secara lebih subjektif berdasarkan frekuensi yang dikandung oleh data seismik (Gambar 3.3).



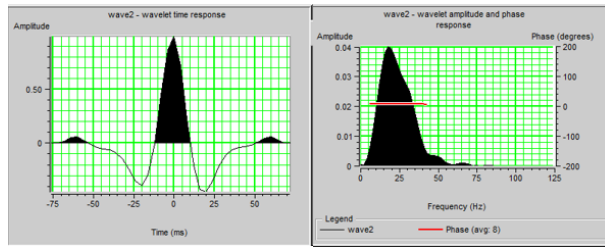
Gambar 3. 3 Frekuensi pada penampang seismik

Pada proses ini batas *window* ditentukan yang cukup representatif pada zona target, batas-batasnya terlihat sebagai garis kuning (Gambar 3.4).



Gambar 3. 4 Batas window pada *well seismic tie*

Agar *wavelet* terbaik dapat diperoleh, proses “trial-and-error” dilakukan di setiap sumur. Didapatkan *wavelet* yang paling sesuai pada penelitian ini (Gambar 3.5).



Gambar 3. 5 hasil *wavelet well seismic tie*

Parameter yang digunakan dalam proses ekstraksi *wavelet* ini adalah:

*Time Window* = 1150–1450 ms

*Wavelet Length* = 150 ms

*Taper Length* = 20 ms

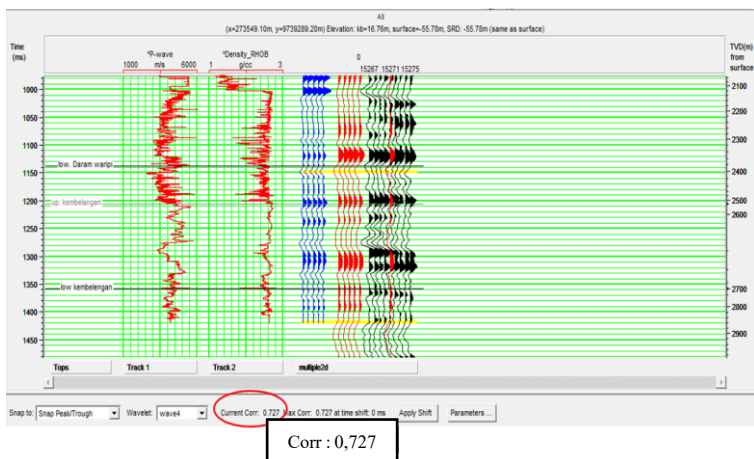
*Sample rate* = 4 ms

*Phase* = 0°

Tahap selanjutnya adalah pembuatan seismogram sintetik. Seismogram sintetik dibuat dengan menggunakan *log sonic* dan *log densitas*. Dari *log sonic* dan *log densitas* didapatkan *log impedansi* akustik. *Log impedansi* akustik dirubah menjadi *reflektivitas* dan dikonvolusikan dengan *wavelet* yang diperoleh sehingga didapatkan respon seismik buatan atau seismogram sintetik dari data sumur.

Tahapan terakhir yang dilakukan ialah pengikatan *event* dari seismogram sintetik dengan *event* pada data seismik. Proses yang dilakukan seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.6. Parameter baik dan buruknya hasil yang diperoleh dilihat dari nilai korelasinya, dimana hasil yang baik ditandai dengan nilai korelasi diatas 0,5.

Hasil nilai korelasi dari ke-4 sumur pada area penelitian adalah 0,715 pada sumur A-3, 0,661 pada sumur A-1, 0,586 pada sumur A-4, dan 0,581 pada sumur A-2. Hasil seismik *well tie* dapat dilihat pada Gambar 3.6.



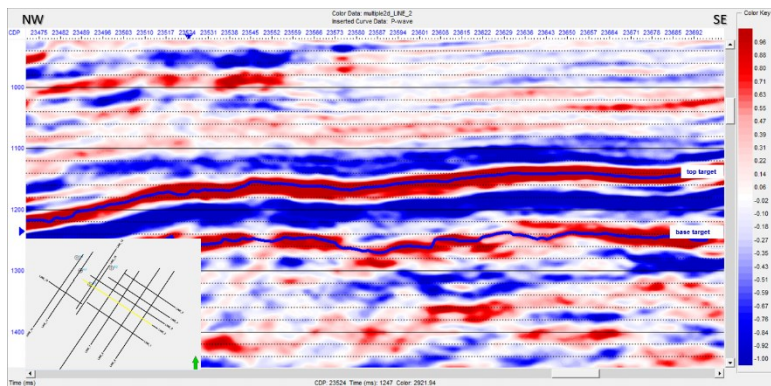
Gambar 3. 6 Hasil *well seismic tie* pada sumur A-3

### 3.4.5 Interpretasi *Horizon*

Tahapan selanjutnya yaitu interpretasi *horizon*. Pada tahap ini dilakukan *picking horizon* yang didasarkan pada *well seismic tie* sesuai dengan *marker target* pada suatu reflektor seismik. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kemenerusan lapisan pada setiap *horizon* dan sebagai batas analisis zona reservoir. Sebelum dilakukan *picking horizon*, ditentukan terlebih dahulu jenis jejak seismik pada *marker target*. Secara umum, jejak seismik terdiri dari *peak* dan *through*, *peak* ditunjukkan dengan nilai amplitudo seismik yang terdefleksi ke arah positif sedangkan *through* sebaliknya, ditunjukkan nilai amplitudo yang terdefleksi ke arah negatif.

Pada penelitian ini dilakukan dua *picking horizon* yaitu *top target* dan *base target*. Berdasarkan hasil *well seismic tie*, *top* dan *base target* terletak pada even jejak *Peak* (ditunjukkan dengan warna merah). *Horizon* tersebut nantinya digunakan sebagai pembuatan peta struktur dan masukan dalam analisis inversi.





Gambar 3. 7 Interpretasi horizon pada salah satu penampang seismik 2D pada area penelitian

### 3.4.6 Pembuatan Peta Struktur Waktu dan Kedalaman

Hasil *picking horizon* selanjutnya dilakukan pembuatan peta struktur yang menggambarkan kondisi geometri daerah reservoir target yang digambarkan dalam bentuk peta kontur baik dalam domain waktu maupun domain kedalaman.

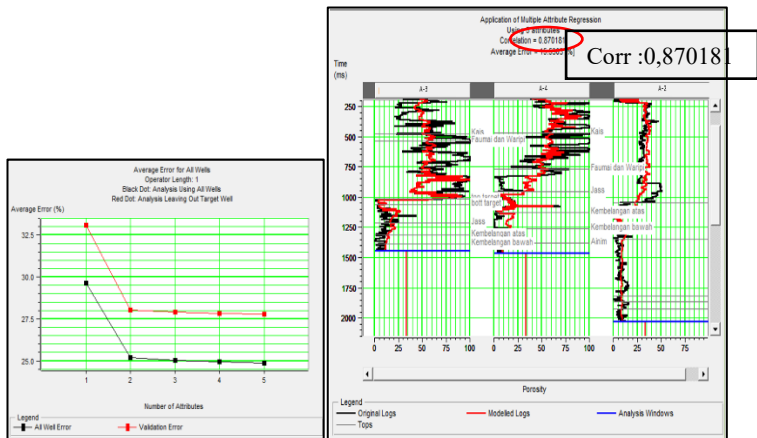
Peta struktur waktu merupakan peta yang menunjukkan struktur namun masih dalam domain waktu. Peta struktur waktu tidak dapat memberikan informasi apapun mengenai kedalaman, namun hanya memberikan informasi mengenai letak ketinggian dan rendahan pada area penelitian.

Informasi mengenai kedalaman dari reservoir target dapat diperoleh dengan mengkonversikan domain peta struktur dari domain waktu ke domain kedalaman, proses ini dinamakan *Time to Depth Conversion*. Proses ini dapat dilakukan dengan bantuan data VSP atau *checkshot*. Tahapan awal adalah pembuatan kurva hubungan kecepatan dan kedalaman, kemudian dilakukan pembuatan peta kecepatan pada tiap *horizon* target, dan tahap terakhir adalah pengkonversian peta struktur waktu ke struktur kedalaman.

### 3.4.7 Analisis Multiatribut Porositas

Setelah dilakukan pengikatan data sumur dengan data seismik dan menentukan *property log* yang digunakan, kemudian dilakukan analisis multiatribut. Untuk menentukan atribut mana saja yang akan digunakan dalam prediksi log ini, dilakukan

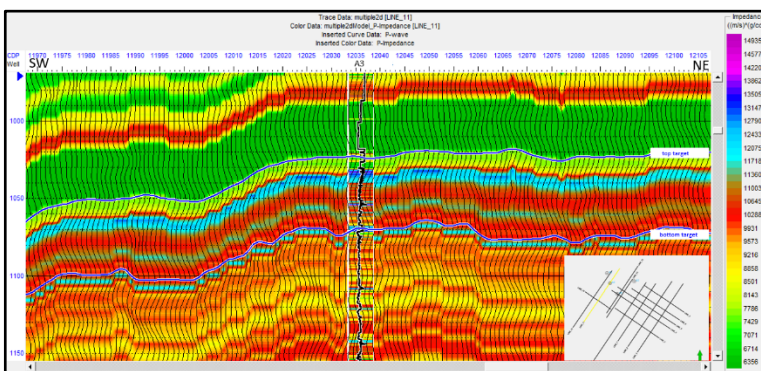




### 3.4.8 Pembuatan Model Awal (*initial model*)

Model awal inversi merupakan model representatif bawah permukaan dengan menggunakan log Densitas, log *P-wave*, dan log P-impedan dari tiap-tiap sumur. Selanjutnya data tersebut diinterpolasi dan ekstrapolasi dengan kontrol lateral dari data *horizon* yang telah dibuat. Dalam pembuatan model awal, data seismik digunakan sebagai data utama dalam pengolahan yang dikontrol dengan data sumur. Pembuatan model awal bertujuan untuk mengkontrol frekuensi seismik dimana dalam data seismik mempunyai frekuensi terbatas (*bandpass*) yang mengakibatkan komponen frekuensi rendah dan tinggi tidak terkontrol dengan baik pada proses inversi seismik. Selain itu fungsi utama dari model awal inversi ini yaitu untuk membatasi hasil inversi agar tidak terlalu menyimpang jauh dari model awal.

Parameter yang digunakan dalam pembuatan model awal ini adalah *high cut frequency* 10/15 Hz. Penentuan frekuensi yang dimaksud adalah menghilangkan frekuensi tinggi yang melebihi skala 10-15 Hz, sehingga *initial model* ini mempresentasikan nilai impedansi akustik secara umum pada lapangan Tamhar.



Gambar 3. 10 Model awal impedansi akustik lapangan “Tamhar” pada line 11

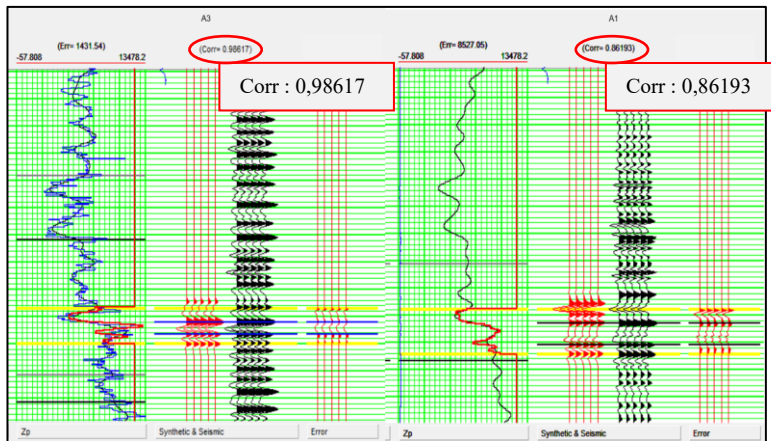
### 3.4.9 Analisis Inversi

Proses analisis *error* inversi bertujuan untuk menentukan perkiraan nilai *error* hasil seismik inversi terhadap data seismik sebelum dilakukan proses inversi (running inversi). Parameter masukan awal untuk analisis inversi diantaranya yaitu sumur A-1 dan A-3, *wavelet* 2, time processing 0-2000 ms dan lebar window dari *horizon 1* dikurangi dengan 30 ms dan *horizon 2* ditambahkan dengan 35 ms.

Analisis pertama dilakukan untuk metode inversi *Model Based*. Prinsip dasar dari metode inversi model based adalah pembuatan model impedansi akustik secara *blocky* dimana model impedansi akustik yang dihasilkan berasal dari kontrol data seismik dan model awal yang sebelumnya telah dibuat. Proses iterasi dalam metode ini memiliki tujuan untuk mendapatkan korelasi yang baik antara *trace* seismik sintetik dengan *trace* seismik riil. Proses iterasi ini akan melakukan pengubahan secara bertahap untuk mendapatkan hasil korelasi yang baik pada *trace* sintetik dan *trace* riil.

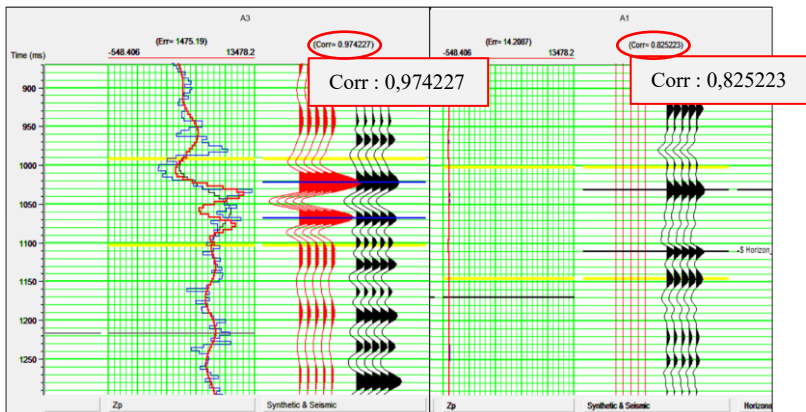
Parameter *constraint* digunakan untuk membatasi model impedansi yang bergerak dari model awalnya sehingga akan diperoleh hasil akhir. Dalam penelitian ini digunakan parameter *soft constraint* sebesar 0,5. Selain itu parameter yang digunakan adalah *prewhitening* 2%, *average block size* 4 ms, iterasi sebanyak 45 dan lebar *window* adalah *horizon 1* dikurangi dengan 30 ms dan *horizon 2* ditambahkan dengan 35 ms.

Penentuan nilai *soft constraint* sebesar 0,5 berarti model impedansi akustik yang dihasilkan 50% bergantung dari model awalnya, dan 50% berasal dari *trace* seismiknya. *Average block size* yang digunakan sebesar 4 ms disesuaikan dengan waktu sampling data seismik untuk menghindari terjadinya aliasing. *Prewhitening* sebesar 2% digunakan untuk memberikan kestabilan dalam proses inversi. Parameter iterasi menentukan banyaknya jumlah iterasi agar *trace* seismik dan *trace* sintetik memiliki nilai korelasi terbesar atau kesalahan terkecil.



Gambar 3. 11 Hasil analisis inversi *Model Based*

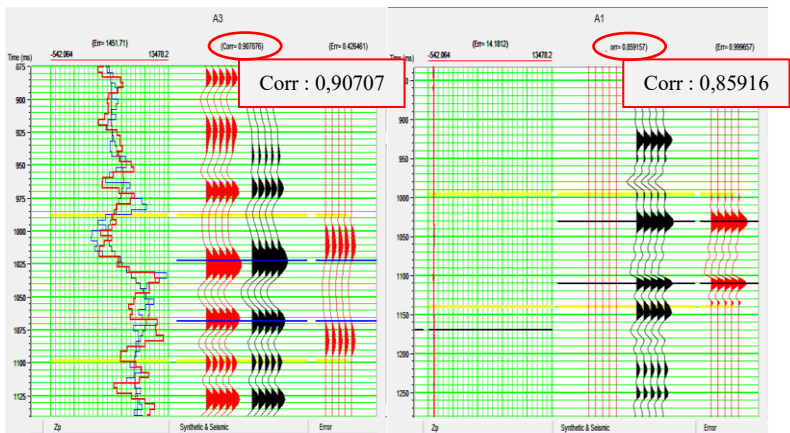
Analisis kedua dilakukan pada metode inversi *bandlimited*. Parameter yang menjadi masukan analisis inversi *bandlimited* yaitu *Constraint High-Cut Frequency* sebesar 20 Hz. Parameter ini mengontrol filter yang digunakan pada model awal untuk menyediakan komponen frekuensi rendah. Semua frekuensi diatas 20 Hz akan dihilangkan dari model awal sedangkan semua frekuensi dibawah 20 Hz dihilangkan dari *inversion trace*. Selanjutnya hasil akhir inversi *bandlimited* merupakan penggabungan dari model awal yang telah difilter dengan *inversion trace*.



Gambar 3.12 hasil analisis inversi *bandlimited*.

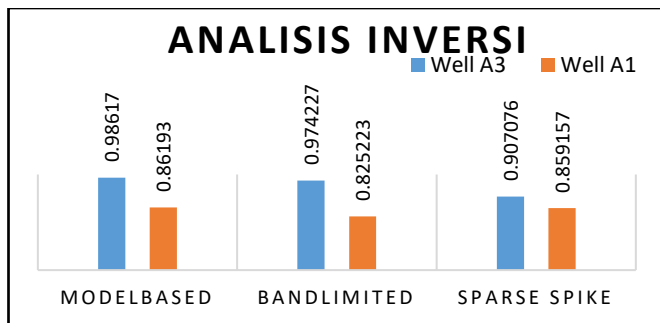
Analisis yang terakhir dilakukan pada metode inversi *Sparse Spike*, dengan nilai parameter masukan yaitu *Sparseness* sebesar 50% dan *Maximum constraint frequency* sebesar 20. Parameter *sparseness* menentukan seberapa banyak komponen frekuensi tinggi yang ditambahkan ke model. Jika *sparseness* 100% akan dihasilkan model paling sederhana, jika *sparseness* 0% dihasilkan model yang bersifat *bandlimited*.

Parameter *maximum constraint frequency* menentukan seberapa banyak komponen frekuensi rendah yang di ambil dari model awal. Apabila nilai *maximum constraint frequency* terlalu besar, maka tingkat kesesuaian yang rendah terhadap data seismik dapat terjadi. Namun apabila terlalu kecil nilai *maximum constraint frequency* dapat menyebabkan diskontinuitas lateral.



Gambar 3. 13 hasil analisa inversi *Sparse Spike*

Ketiga analisis tersebut dilakukan untuk mengetahui, manakah metode inversi yang paling sesuai untuk digunakan di daerah penelitian ini. Hasil analisis inversi ditampilkan pada grafik nilai korelasi (Gambar 3.14).



Gambar 3. 14 Tingkat korelasi ketiga *metode inversi*

Berdasarkan gambar 3.14, yang menunjukkan tingkat korelasi dari ketiga analisis inversi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa metode inversi yang paling sesuai pada daerah penelitian ini adalah metode inversi *Modelbased* dengan nilai korelasi 0,986 pada sumur A-3 dan 0,86193 pada sumur A-1.